



Potensi Hidrogen sebagai Bahan Bakar untuk Kelistrikan Nasional

Eniya Listiani Dewi

Agency of the Assessments and Application of Technology, Center for Materials Technology

Jl. M.H. Thamrin 8, BPPT II, Lt.22, Jakarta 10340. Email: eniyalist@webmail.bppt.go.id

Abstract

Pada makalah ini disampaikan mengenai kebijakan teknologi energi baru terbarukan khususnya energi hidrogen yang nantinya dimungkinkan untuk menggantikan sumber daya minyak bumi dan menjadi basis perekonomian dunia. Dengan adanya segala sumber daya alam di Indonesia, sehingga proses produksi gas hidrogen sangat diperlukan untuk dikaji lebih dalam, bukan hanya untuk industri pupuk, industri polimer, kaca atau minyak goreng yang menggunakan gas tersebut untuk proses dalam industri. Hanya pada PLTU saja penggunaan dalam kelistrikan yaitu sebagai gas pendingin generator. Perihal energi hidrogen sebagai sumber bahan bakar dan kelistrikan telah mulai ditelaah pada makalah ini, seperti pengkajian proses produksi hidrogen melalui penggunaan gas alam (metan) dengan metode reformer inorganik membran, penggunaan metanol dan air dengan metode elektrolisa dan penggunaan limbah biomassa dengan metode fermentasi.

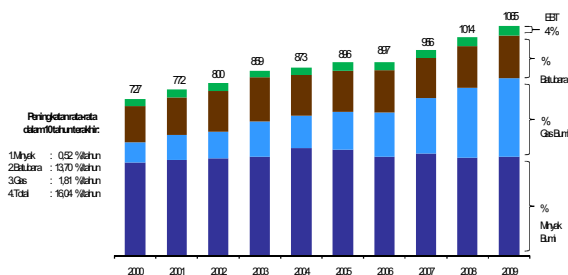
Keywords: Fuel Cell, Hydrogen, Biofermentasi, Reformer

Pendahuluan

Perkembangan energi baru terbarukan (EBT) yang meliputi sumber daya alam untuk energi dan kelistrikan telah disinggung pada beberapa regulasi. Perkembangan pangsa pasar untuk kelistrikan hingga 2009 lalu didominasi oleh minyak bumi, batu bara dan gas, dimana pemakaiannya tiap tahun mencapai kenaikan untuk minyak bumi 0.52%, batu bara 13.70% dan gas 1.81%. Sehingga total kenaikan sumber daya energi tersebut mencapai 16.01% [Forum EBTKE, 2010]. Pengelolaan energi di

Indonesia adalah dengan banyaknya subsidi ke masyarakat, dimana kondisi saat ini adalah energi fosil (batubara dan minyak bumi) tersebut disubsidi dengan 91.18T rupiah dari negara ke masyarakat. Sehingga kondisi energi pada saat ini dimana kebutuhan energi belum efisien termasuk untuk industri, rumah tangga, transport dan komersial, kebutuhan energi tersebut dipenuhi dengan energi fosil dengan biaya berapapun dan tetap disubsidi dan energi terbarukan hanya sebagai alternatif (energy suplay side management). Paradigma pengelolaan energi untuk masyarakat ini perlu diubah dengan

konsep pemakaian energi alternatif semaksimal mungkin dan energi fosil sebagai penyeimbang kebutuhan energi yang belum mampu (energy demand side management). Perubahan pengelolaan energi tersebut harus segera dipenetrasi ke masyarakat melalui berbagai usaha dari kalangan pemerintah, industri baik pendidikan. Sehingga peningkatan permintaan konsumsi listrik yang mencapai 7-9% tersebut dapat selalu dipenuhi. Walaupun pada saat ini telah ada konsep 10 ribu MW class 1 dan class 2 di Indonesia, pembangunan sumber listrik tersebut masih hanya 600 MW pada 2010 lalu dan masih disuplai dari minyak dan batubara [Nara sumber DJLPE]. Peluang EBT sebagai sumber energi masih terbuka luas selaras dengan adanya UU 30/2009 dimana pihak swasta juga dimungkinkan untuk mengelola listrik dan menjualnya ke masyarakat.



Gambar 1. Diagram pengembangan pangsa total dalam juta SBM [Forum EBTKE, 2010].

Arahan untuk Pengembangan Energi Baru Terbarukan

Regulasi

Perundang-undangan yang ada mengenai energi adalah dicantumkan pada UU 10/1997 (nuklir), UU 27/2003 (panas bumi), UU 30/2007 (energi management, prinsip, sumber daya alam dsb), UU

30/2009 (ketenagalistrikan). Dalam UU 30/2007 Chapter 1 tersebut disebutkan bahwa hidrogen merupakan sumber energi baru dengan teknologi baru yang harus dikuasai sebagai basis perekonomian. Bab IV pasal 7 bahwa ketenagalistrikan nasional disusun berdasarkan pada kebijakan energi nasional (KEN). Dalam bahasan Presiden di Tampak Siring, usaha untuk memperkuat Green Economy, dimana kataharian energi harus dioptimalkan. Kebijakan teknologi yang mendukung tujuan di atas adalah:

UU Presiden RI Kegiatan Pokok RKP 2009

- Pengembangan Teknologi Fuel Cell & Alat Penghemat BBM (Electric Fuel Treatment)
- Pengembangan Material Baru dan Nano Teknologi

Agenda Riset Nasional (ARN) 2010 – 2014 - Agenda Riset Energi Baru dan Terbarukan:

- *Blue-print* Pengelolaan Energi Nasional (PEN) 2005-2025
- Arah Kebijakan dan Prioritas Utama
- Target Capaian Tahun 2009 2.5 KW dan Sasaran Tahun 2025 250 MW
- Aplikasi fuel cell untuk remote area

Pengembangan Teknologi Produksi Hidrogen

Pada saat ini gas hidrogen yang ada di Indonesia tersedia dari gas alam yang diproduksi 4 industri gas besar. Harga komersialnya sebagai bahan kimia berkisar dari Rp. 200.000 hingga Rp. 1.700.000 per 6000 L (1 tabung besar) sesuai dengan kadar puritas hidrogennya. Sehingga dapat diperkirakan bahwa operasional fuel cell perKWh adalah Rp. 3300 hingga Rp. 28.300 dengan asumsi bahwa per KWh memerlukan rata-rata 0.8-1 L gas hidrogen. Karena gas hidrogen tersebut masih di perdagangan sebagai

bahan kimia, maka masih terasa mahal. Jika ditetapkan sebagai bahan bakar, maka komersialisasi dapat diperhitungkan secara ekonomis. Melihat kebutuhan energi mix pada tahun 2025 nanti adalah sebesar 250 MW yang berarti demand gas hidrogen diperkirakan mencapai 3.6 juta m³/hari yang setara dengan 600 tabung besar per hari. Maka dengan kapasitas industri gas hidrogen yang ada di Indonesia sekarang ini, diperlukan 30 kali lipat jumlah perusahaan yang perlu dikembangkan [Eniya, 2009].

Hidrogen adalah energi sekunder sehingga tetap harus diolah dari sumber energi lain, diantaranya selain gas alam adalah gasifikasi batu bara, elektrolisa air, elektrolisa metanol yang masih relatif mahal, terdapat pula perubahan biogas metan yang masih memerlukan energi panas. Di industri lebih banyak prosesnya menggunakan sumber bahan baku minyak atau batu bara dan gas alam, yang mana masih mempunyai hasil samping yang berbahaya dan merusak lingkungan. Dikarenakan berbagai keuntungan dan kerugian pada saat aplikasi, maka pada kajian masing-masing metode ditelaah lebih lanjut.

Hidrogen dari Biomassa

Berkaitan dengan pemenuhan energi listrik dan penyebaran energi listrik di Indonesia yang tidak merata, terutama di daerah terpencil yang belum dijangkau oleh PLN, maka dengan memanfaatkan sumber potensi bahan nabati yang ada di masing-masing daerah yang belum tersedia fasilitas listrik melalui teknologi yang akan dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan tersebut.

Beberapa keunggulan dari Bio-H₂ antara lain: dapat diperbarui (*renewable energy*) dan ramah

lingkungan (*green energy*), hasil samping pembakarannya berupa uap air sehingga tidak menimbulkan efek rumah kaca, hujan asam, dan penipisan lapisan ozon, proses produksi dapat berlangsung pada tekanan dan suhu normal, biaya produksi lebih rendah dibandingkan dengan cara fisik dan kimia, dan dapat memanfaatkan limbah dan sampah organik sebagai substrat fermentasi. Adapun kendala yang dihadapi untuk energi alternatif ini adalah persetujuan publik, penanaman modal yang besar dan harga H₂ saat ini yang masih jauh lebih mahal dibandingkan bahan bakar lainnya. Namun demikian, H₂ dapat diproduksi dengan teknologi yang lebih murah dan mudah, yaitu dengan memanfaatkan organisme bakteri melalui proses fermentasi atau foto produksi, untuk merombak substrat organik (limbah dan nonlimbah) menjadi energi H₂ [Mahyudin (a-b), 2010].

Maka untuk mendapatkan terobosan baru proses produksi gas hidrogen, proses bioteknologi baik itu secara fotosintesis maupun fermentasi adalah pilihan terbaik untuk dapat menghasilkan hydrogen dengan tingkat kemurnian yang tinggi (>99 %) hal ini telah dikembangkan BPPT.



Gambar 2 . Reaktor biohidrogen kapasitas 40L volume,
Hak Paten P002010000790 [Eniya, 2010].

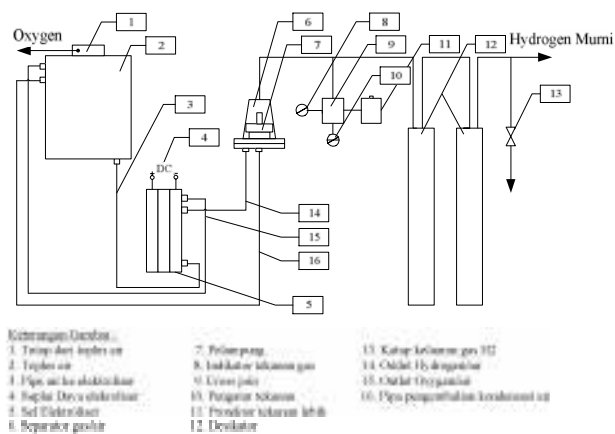
Produksi gas bio-hidrogen biasanya melibatkan mikroba atau enzim. Sejumlah spesies jasad renik dari berbagai taksa dan tipe fisiologi mampu menghasilkan bio-hidrogen. Ini era paling menarik dalam pengembangan teknologi karena memungkinkan dihasilkan dari bahan-bahan organik yang dapat diperbaharui seperti: limbah bioindustri (limbah biodiesel), limbah pertanian maupun hasil pertanian (onggok, tetes, nira). Gas hydrogen ini dapat dihasilkan oleh beberapa bakteri misalnya *Enterobacter aerogenes*, *Clostridium butyricum*, *Bacillus pumilus*, dll. *E. aerogenes* yang diisolasi langsung dari limbah biodiesel mampu memanfaatkan berbagai macam substrat, baik itu substrat murni dan sederhana seperti glukosa gliserol, dll maupun senyawa yang lebih kompleks dari limbah misalnya molases, pati singkong, nira aren, shorgum dan limbah biodiesel. Telah diujicobakan biohidrogen yang dihasilkan tersebut pada fuel cell untuk

menghasilkan listrik menggunakan beban lampu hingga 50 W. Nilai ekonomi dari pengolahan biohidrogen ini hanya mencapai Rp. 90 per L hydrogen. Dengan adanya kajian BPPT mengenai bio-hidrogen tersebut, biaya produksi gas hidrogen bisa menjadi sangat murah.

Hidrogen dari Proses Elektrolisa

Metode steam reforming dari energi fosil (methane) saat ini dianggap paling ekonomis dan banyak di gunakan secara komersial di industry. Cara lain yang juga dapat digunakan adalah dengan teknik elektrolisa air murni, namun metode ini secara komersial dianggap kurang menguntungkan karena membutuhkan energi listrik yang cukup besar dibandingkan teknik produksi hydrogen untuk menghasilkan sejumlah besar gas yang sama dengan menggunakan teknik steam reforming. Menurut berbagai pakar energi dunia, teknik pembuatan hydrogen dengan cara elektrolisa dapat bersaing secara komersial jika energi listrik yang dihasilkan diperoleh dari pemanfaatan sisa panas dari pembangkit listrik tenaga nuklir atau dari energi terbarukan seperti; hydro, matahari, biomassa, dan lain-lain yang diperoleh dari alam secara cuma-cuma.

Kajian air serta air dan metanol yang dielektrolisa untuk menghasilkan gas hidrogen telah dikembangkan pula di BPPT dengan menggunakan metode hibrid untuk menstorage gas dalam bentuk padatan (metal-hydrid) sehingga didapati wadah yang compact dan ringkas dilakukan secara bertahap pada kajian tersebut. Untuk mengelektrolisa air sehingga diproduksi gas hidrogen, digunakan alat elektrolisa air dengan kapastitas 500 mL/min dan fotovoltaiik 100 W [Ganesha, 2010].



Gambar 3. Skema elektrolisa air untuk produksi H₂ 500mL/min.

Hidrogen dari Proses Elektrolisa Metanol

Pada 2010 lalu BPPT telah mempunyai model solar cell hingga 1 kW untuk mendapatkan gas hidrogen sejumlah 8 L/min melalui elektrolisa metanol air. Metode sejenis yang saat ini banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti hidrogen di dunia adalah teknik elektrolisa dengan menggunakan campuran air dan methanol, dengan teknik ini energy listrik yang digunakan lebih sedikit dan tekanan gas hydrogen yang dihasilkan lebih tinggi. Dalam kegiatan ini telah dilakukan pengujian dan analisis terhadap system produksi hydrogen dengan teknik elektrolisa air-methanol, menggunakan catudaya energy surya fotovoltaik.

Pada penelitian ini dicoba menggabungkan alat elektrolizer methanol-air yang tersedia , seperti pada skema gambar 1, yaitu tipe GH 500 MEL electrolyser dari “Synhub” (A), dengan catu daya system energi surya photovoltaic (PLTS) yang energi listriknya di tampung pada suatu kumpulan batere yang total konfigurasiya disusun sehingga didapat system energi listrik DC 24 Volt , 440 Ah (B). Elektrolizer ini mempunyai tangki air yang dapat

menampung 2.5 liter campuran air, dan methanol, dan dapat menghasilkan hydrogen sebanyak 500 L/Jam, dengan tekanan dari 1-10 Bar, campuran yang digunakan sebanyak 0.5L/jam. Daya listrik yang diperlukan < 1.2 kW. Unit dari elektrolizer tersebut selanjutnya di gabungkan dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) photovoltaic.



Gambar 4 . Systim PV dan elektroliser.

Kesimpulan

Hidrogen sebagai bahan bakar sekaligus untuk kelistrikan, sangat diperlukan sebagai alternatif energi. Namun lebih diinginkan lagi sebagai energi baru yang mampu dikembangkan menjadi suatu energi yang mendasari perkembangan perekonomian bangsa. Hidrogen yang merupakan energi bersih sangat mungkin untuk dikembangkan di Indonesia yang mempunyai sumber daya alam berlimpah, demikian kajian mengenai pengembangannya agar lebih ditingkatkan lagi dan mendapat porsi perhatian yang lebih tinggi lagi di negara ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterimakasih pada Kementrian Riset dan Teknologi atas dana Insentif Riset Dasar 2007-2008, Riset Kapasitas Produksi selama 2009-2010, serta BPPT atas finansial DIPA BPPT Pengembangan Teknologi Material untuk Fuel Cell 2009-2010.

Daftar Pustaka

Forum EBTKE, 2010, "Peran penelitian energi baru dan energi baru terbarukan dalam mewujudkan visi/misi EBT 2025", *EBTKE-ESDM*, 20 September 2010.

Eniya L. Dewi, Mahyudin A. Rahman, Agus Hadi Santosa W, 2009, "Natural Resources for Electrical Production using Fuel Cell Technology", *Proc. The 1st FAPS Polymer Congress*, 21D06, pp. 116, Nagoya Japan, 20-23 October 2009.

Mahyudin A. Rahman, Eniya L. Dewi, 2009, "Biohydrogen for Fuel Cell Applications", *Proc. 2nd International Conferences on Fuel*

Cell and Hydrogen Technology (2nd CFCHT), ISBN 978-602-95555-1-6, H-04-IS, pp. 6-12.

Mahyudin A. Rahman, Eniya L. Dewi, 2010, "Enhancement of Hydrogen Gas (H₂) by Using Ceramic Membrane to Enterobacter aerogenes ADH-43 Fermentation and Its Simultaneous Utilization for Proton Exchange Membrane Fuel Cell", *Proceedings of 8th International Conference on Membrane Science and Technology*, B16, pp. 281-286.

Eniya L. Dewi, dkk, 2010, "", No. Pendaftaran Hak Paten P002010000790.

Ganesha Tri Chandrasa, 2010, "Penelitian produksi hidrogen menggunakan photovoltaic water electrolyser", *Prosiding Seminar Teknik Kimia Unpar*, ISBN 978-979-98463-6-3, pp. 259.

Ganesha Tri Chandrasa, 2010, "Penelitian teknik pembuatan hidrogen dengan elektrolisa larutan air-metanol dan energi surya photovoltaic 1.2 kW", *Prosiding Seminar Tjipto Utomo*, ISSN 1693-1750, pp C4-1 – C4-9.